

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2020 年 7 月 2 日 (02.07.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/133519 A1

- (51) 国际专利分类号:
A61B 5/055 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2018/125844
- (22) 国际申请日: 2018 年 12 月 29 日 (29.12.2018)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201811610504.X 2018 年 12 月 27 日 (27.12.2018) CN
- (71) 申请人: 深圳先进技术研究院 (SHENZHEN INSTITUTE OF ADVANCED TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。
- (72) 发明人: 郑海荣 (ZHENG, Hairong); 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。 刘新 (LIU, Xin); 中国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。 邹超 (ZOU, Chao); 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑

大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。 许宗为 (XU, Zongwei); 中国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。 乔阳紫 (QIAO, Yangzi); 中国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。 程传力 (CHENG, Chuanli); 中国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。

(74) 代理人: 北京品源专利代理有限公司 (BEYOND ATTORNEYS AT LAW); 中国北京市海淀区莲花池东路 39 号西金大厦 6 层, Beijing 100036 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

(54) Title: METHOD, DEVICE, AND APPARATUS FOR SYNCHRONOUSLY MONITORING TISSUE DISPLACEMENT AND TEMPERATURE, AND STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 组织位移和温度的同步监测方法、装置、设备及存储介质

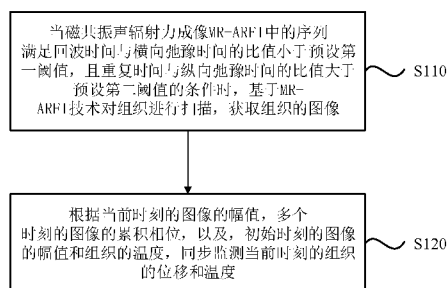


图 1

- S110 When a sequence in magnetic resonance acoustic radiation force imaging (MR-ARFI) satisfies the condition that a ratio of an echo time (TE) to a transverse relaxation time (T2) is less than a preset first threshold, and a ratio of a repetition time to a longitudinal relaxation time is greater than a preset second threshold, scan a tissue on the basis of the MR-ARFI technology to acquire an image of the tissue
- S120 Simultaneously monitor, according to an amplitude of the image at a current moment, a cumulative phase of the image at a plurality of moments, and an amplitude of the image at an initial moment and the temperature of the tissue, displacement and temperature of the tissue at the current moment

(57) Abstract: A method, a device, and an apparatus for synchronously monitoring tissue displacement and temperature, and a storage medium. The monitoring method comprises: when a sequence in magnetic resonance acoustic radiation force imaging (MR-ARFI) satisfies the condition that a ratio of an echo time (TE) to a transverse relaxation time (T2) is less than a preset first threshold, and a ratio of a repetition time (TR) to a longitudinal relaxation time (T1) is greater than a preset second threshold, scanning a tissue on the basis of the MR-ARFI technology to acquire an image of the tissue; and simultaneously monitoring, according to an amplitude of the image at a current moment, a cumulative phase of the image at a plurality of moments, and an amplitude of the image at an initial moment and the temperature of the tissue, displacement and temperature of the tissue at the current moment.

(57) 摘要: 一种组织位移和温度的同步监测方法、装置、设备及存储介质。该监测方法包括: 当磁共振声辐射力成像 MR-ARFI 中的序列满足回波时间 (TE) 与横向弛豫时间 (T2) 的比值小于预设第一阈值, 且重复时间 (TR) 与纵向弛豫时间 (T1) 的比值大于预设第二阈值的条件时, 基于 MR-ARFI 技术对组织进行扫描, 获取组织的图像; 根据当前时刻的图像的幅值, 各时刻的图像的累积相位, 以及初始时刻的图像的幅值和所述组织的温度, 同步监测当前时刻的所述组织的位移和温度。

SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

组织位移和温度的同步监测方法、装置、设备及存储介质

本申请要求在2018年12月27日提交中国专利局、申请号为201811610504.X的中国专利申请的优先权，该申请的全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请实施例涉及生物医学信号处理领域，例如涉及一种组织位移和温度的同步监测方法、装置、设备及存储介质。

背景技术

磁共振声辐射力成像 (Magnetic resonance acoustic radiation force imaging, MR-ARFI) 技术可以检测生物组织的微米级位移，用于反映组织弹性，是聚焦超声 (Focused ultrasound, FUS) 治疗中焦点定位的重要手段。但是，重复进行的 ARFI 测量，例如不断调整声束相位进行 FUS 时，焦点局部区域的组织的热积累可能变得十分显著。因此，需要同时监测组织的位移和温度，以保证 FUS 治疗过程的安全性。

基于质子共振频率漂移的梯度回波的 ARFI (Gradient recalled echo-ARFI, GRE-ARFI) 技术利用水中氢质子的共振频率与温度的线性关系进行温度成像，可以同时监测温度和位移的变化。但是，焦域组织的温度升高通常发生在组织界面例如皮下脂肪组织，脂肪组织中的氢质子对温度不敏感。因此，GRE-ARFI 只能实现除脂肪组织之外的其余组织的位移和温度的同时监测，不适合应用于含有脂肪的组织温度成像。

发明内容

本申请实施例提供了一种组织位移和温度的同步监测方法、装置、设备及存储介质，解决了相关技术中无法同时监测脂肪组织的位移和温度的问题。

第一方面，本申请实施例提供了一种组织位移和温度的同步监测方法，该

方法可以包括:

当磁共振声辐射力成像 MR-ARFI 中的序列满足回波时间与横向弛豫时间的比值小于预设第一阈值, 且重复时间与纵向弛豫时间的比值大于预设第二阈值的条件时, 基于 MR-ARFI 技术对组织进行扫描, 获取组织的图像;

根据当前时刻的图像的幅值, 多个时刻的图像的累积相位, 以及, 初始时刻的图像的幅值和组织的温度, 同步监测当前时刻的组织的位移和温度。

第二方面, 本申请实施例还提供了一种组织位移和温度的同步监测装置, 该装置可以包括:

组织图像获取模块, 设置为当磁共振声辐射力成像 MR-ARFI 中的序列满足回波时间与横向弛豫时间的比值小于预设第一阈值, 且重复时间与纵向弛豫时间的比值大于预设第二阈值的条件时, 基于 MR-ARFI 技术对组织进行扫描, 获取组织的图像;

组织位移和温度的同步监测模块, 设置为根据当前时刻的图像的幅值, 多个时刻的图像的累积相位, 以及, 初始时刻的图像的幅值和组织的温度, 同步监测当前时刻的组织的位移和温度。

第三方面, 本申请实施例还提供了一种设备, 该设备可以包括:

一个或多个处理器;

存储器, 设置为存储一个或多个程序,

当一个或多个程序被一个或多个处理器执行, 使得一个或多个处理器实现本申请任意实施例所提供的组织位移和温度的同步监测方法。

第四方面, 本申请实施例还提供了一种计算机可读存储介质, 其上存储有计算机程序, 该计算机程序被处理器执行时实现本申请任意实施例所提供的组织位移和温度的同步监测方法。

附图说明

图 1 是本申请实施例一中的一种组织位移和温度的同步监测方法的流程图;

图 2 是本申请实施例二中的一种组织位移和温度的同步监测方法的流程图;

图 3 是本申请实施例二中的一种示例性说明的流程图；

图 4a 是本申请实施例二中的一种 8 次试验的实际温度和预测温度的关系图；

图 4b 是本申请实施例二中的一种 3 次试验的实际温度和预测温度的关系图；

图 5a 是本申请实施例二中的一种脂肪组织的图像的相位示意图；

图 5b 是本申请实施例二中的一种脂肪组织的图像的温度曲线示意图；

图 6 是本申请实施例三中的一种组织位移和温度的同步监测装置的结构图；

图 7 是本申请实施例四中的一种设备的结构示意图。

具体实施方式

为了便于描述，附图中仅示出了与本申请相关的部分而非全部结构。

实施例一

图 1 是本申请实施例一中提供的一种组织位移和温度的同步监测方法的流程图。本实施例可适用于组织的位移和温度的同步监测的情况，例如适合于聚焦超声 FUS 治疗中脂肪组织的位移和温度的同步监测的情况。该方法可以由本申请实施例提供的组织位移和温度的同步监测装置来执行，该装置可以由软件和/或硬件的方式实现。参见图 1，本申请实施例的方法包括如下步骤：

S110 中，当磁共振声辐射力成像 MR-ARFI 中的序列满足回波时间与横向弛豫时间的比值小于预设第一阈值，且重复时间与纵向弛豫时间的比值大于预设第二阈值的条件时，基于 MR-ARFI 技术对组织进行扫描，获取组织的图像。

其中，声辐射力 (acoustic radiation force, ARF) 是声波在物质内部传播过程产生的现象，当声波频率达到兆赫兹级别即超声波时，声波在传播物质内部可产生两种现象：在声波传播方向产生动量交换且发热。其中，动量交换可产生一个作用力，推动传播物质产生一定位移，该位移可反映传播物质的弹性；而发热会使得物质内部的温度升高。

磁共振声辐射力成像 (Magnetic resonance acoustic radiation force imaging, MR-ARFI) 是利用安全功率范围内的聚焦超声波束产生的声辐射力，

使生物组织局部区域产生微小形变，在磁共振序列中加入位移编码梯度并对该微小形变进行位移编码，最后利用编码后的相位变化对焦点区域组织位移估计的磁共振聚焦超声弹性成像技术。该成像技术可以应用于乳腺癌检测、动脉粥样斑块诊断、聚焦超声治疗安全监控等方面。

MR-ARFI 监测过程中常用的序列包括一维线扫描 ARFI 序列、自旋回波(Spin Echo, SE)-ARFI 序列、平面回波(Echo Planar Imaging, EPI)-SE-ARFI 序列、梯度回波序列等。其中，SE-ARFI 序列特有的 180° 射频脉冲可以有效消除磁场不均匀性及磁化率引起的自旋散相。多个序列包括回波时间(Echo Time, TE)，即宏观横向磁化矢量的脉冲中点到回波中点的时间间隔，以及，重复时间(Repetition Time, TR)，即两个激发脉冲间的间隔时间。另外，组织中包含横向弛豫时间 T2，即横向磁化强度消失的时间常数，以及，纵向弛豫时间 T1，即纵向磁化强度恢复的时间常数。

当 MR-ARFI 中的序列满足如下条件：回波时间与横向弛豫时间的比值 $\frac{TE}{T2}$ 小于预设第一阈值，且重复时间与纵向弛豫时间的比值 $\frac{TR}{T1}$ 大于预设第二阈值的条件时，可以对组织的温度和位移进行同步监测。换言之，通常情况下，当序列满足 $TE \ll T2$ 且 $TR \gg T1$ 时，例如，当组织是脂肪组织时， $TE < 30ms$ ， $TR > 600ms$ ，T2 为 60，T1 处于 100 至 200 范围内，可以对组织的温度和位移进行同步监测。因此，基于包括满足上述条件的序列的 MR-ARFI 技术对组织进行扫描，获取组织的图像。上述方法是基于组织的共性实现的，因此上述组织可以是脂肪组织即含有脂肪的组织，也可以是非脂肪组织既未含有脂肪的组织。

S120 中，根据当前时刻的图像的幅值，多个时刻的图像的累积相位，以及，初始时刻的图像的幅值和组织的温度，同步监测当前时刻的组织的位移和温度。

其中，基于 MR-ARFI 技术获取的图像包括相位信息和幅值信息，根据相位信息可以监测组织焦点处的位移，根据幅值信息可以监测组织的温度。考虑到 MR-ARFI 技术可以对组织进行持续扫描，因此获取的图像包括至少两个时刻的图像。多个时刻的图像都包括相位信息和幅值信息。而且，初始时刻的图像可以

认为是已获取的第一张图像，即最初获取的图像；当前时刻的图像可以认为是已获取的最后一张图像，即最终获取的图像。那么，根据当前时刻的图像的幅值，多个时刻的图像的累积相位，初始时刻的图像的幅值和初始时刻的组织温度，可以同步监测当前时刻的组织位移和温度。

在一实施例中，在获取组织的图像之后，所述方法还可以包括：对组织的图像进行平滑处理，并将平滑处理后的图像作为组织的图像。例如，可以将图像中的预设区域作为感兴趣区域，并对感兴趣区域进行平滑处理，根据平滑后的图像获取的幅值信息和相位信息有利于反映图像的平均水平。

本申请实施例的技术方案，当磁共振声辐射力成像 MR-ARFI 中的序列满足回波时间与横向弛豫时间的比值小于预设第一阈值，且重复时间与纵向弛豫时间的比值大于预设第二阈值的条件时，基于 MR-ARFI 技术获取的组织的图像包括幅值信息和相位信息；而且，基于上述序列获取的当前时刻的图像的幅值，多个时刻的图像的累积相位，以及，初始时刻的图像的幅值和组织的温度，可以同步监测当前时刻的组织位移和温度。上述技术方案，实现了任何组织，例如脂肪组织的位移和温度的同步监测，保证了 FUS 对焦过程的安全性。

实施例二

图 2 是本申请实施例二中提供的一种组织位移和温度的同步监测方法的流程图。本实施例以上述技术方案为基础进行优化。在本实施例中，将“根据当前时刻的图像的幅值，多个时刻的图像的累积相位，以及，初始时刻的图像的幅值和组织的温度，同步监测当前时刻的组织位移和温度”可以优化为“获取多个时刻的图像的累积相位，并根据预设的位移转换函数将累积相位转换为当前时刻的组织位移；根据当前时刻的图像的幅值，以及，初始时刻的图像的幅值和组织的温度监测当前时刻的组织温度”。其中，与上述多个实施例相同或相应的术语的解释在此不再赘述。相应的，如图 2 所示，本实施例的方法可以包括如下步骤：

S210 中，当磁共振声辐射力成像 MR-ARFI 中的序列满足回波时间与横向弛

豫时间的比值小于预设第一阈值，且重复时间与纵向弛豫时间的比值大于预设第二阈值的条件时，基于 MR-ARFI 技术对组织进行扫描，获取组织的图像。

S220 中，获取多个时刻的图像的累积相位，并根据预设的位移转换函数将累积相位转换为当前时刻的组织的位移。

其中，所述图像中的相位信息可以认为是由于 ARFI 序列中编码梯度造成的特定的相位差异，即在运动编码的同时，FUS 对焦过程使得组织产生位移。而编码梯度可以是双极重复位移编码梯度、单极运动编码梯度或反向正负极性运动编码梯度等。在 ARFI 序列中施加编码梯度，可以将由聚焦超声 FUS 引起的组织中氢质子的宏观位移转化为质子共振频率的改变量，在图像的相位图中产生累积相位。例如，可以通过如下公式产生累计相位 Φ ：

$$\Phi = \int_0^t \Delta \omega dt' = \gamma \int_0^t \vec{G}(t) \cdot \vec{r}(t') dt'$$

其中， t 为运动编码时间， $\Delta \omega$ 为质子共振频率的改变量， G 为运动编码梯度， γ 为旋磁比且 $\gamma / 2\pi = 42.58\text{MHz/T}$ ， r 为质子位移。在一实施例中，组织中不同位置的频率不同，根据运动编码时间 t 可以计算频率，例如，根据频率得到累积相位。而且，根据预设的位移转换函数可以将累积相位转换为当前时刻的组织的位移，例如，根据不同运动编码梯度时相位的差值可以得到相位差。

S230 中，根据当前时刻的图像的幅值，以及，初始时刻的图像的幅值和组织的温度监测当前时刻的组织的温度。

其中，组织的温度与磁共振图像中诸多因素有关，例如，在一定温度范围内，质子密度与温度呈线性关系；横向弛豫时间 T_2 与温度呈线性关系；基于 T_1 加权的快速自旋回波 (Turbo spin echo, TSE) 序列的图像的幅值信号与温度具有线性关系；图像的幅值 S 与初始幅值 S_0 、重复时间 TR 以及回波时间 TE 相关等。而且，图像的幅值 S 可以表示为： $S = S_0 * (1 - \exp(-\frac{TR}{T_1})) * \exp(-\frac{TE}{T_2})$ 。

当回波时间 TE 很短，即 $TE \ll T_2$ ；且重复时间 TR 很长，即 $TR \gg T_1$ 时， S 与 S_0 成正比。由于不同温度 T 下图像的幅值不同，且质子密度与温度 T 的线性关

系，因此，初始幅值 S_0 可以表示为： $S_0(T) = a * T + b$ ；其中， a 和 b 是线性关系中的预设系数， T 可以认为是与初始幅值 S_0 相对应的时刻下组织的温度。

假若幅值 S 与初始幅值 S_0 之间的正比例系数为 K ，再考虑到距离和不同线圈灵敏度的影响 Q ，当前时刻的图像的幅值 $S(T)$ 可以表示为： $S(T) = K * Q(aT + b) = AT + B$ ；其中， A 是第一预设系数， B 是第二预设系数。那么，当初始时刻的组织的温度是 T_0 时，初始时刻的图像的幅值 $S(T_0)$ 可以表示为： $S(T_0) = K * Q(aT_0 + b) = AT_0 + B$ 。根据上述推导过程可以得知，根据当前时刻的图像的幅值 $S(T)$ ，以及，初始时刻的图像的幅值 $S(T_0)$ 和组织的温度 T_0 可以监测当前时刻的组织的温度 T 。

本申请实施例的技术方案，通过获取多个时刻的图像的累积相位，可以确定当前时刻的组织的位移；根据当前时刻的图像的幅值，以及，初始时刻的图像的幅值和组织的温度可以监测当前时刻的组织的温度，真正实现了组织位移和温度的准确地同步监测。

在一实施例中，获取多个时刻的图像的累积相位，根据预设的位移转换函数将累积相位转换为当前时刻的组织的位移，可以包括：基于预设的正负极性运动编码梯度获取当前时刻的图像的相位差 $\Delta\Phi$ ，并通过如下公式将相位差 $\Delta\Phi$ 转换为当前时刻的组织的位移 Δx ： $\Delta x = \frac{\Delta\Phi}{2\gamma Gt}$ ；其中， t 为运动编码时间， γ 为旋磁比， G 为运动编码梯度。

其中，当施加于序列中的运动编码梯度分别是正极性运动编码梯度和负极性运动编码梯度时，可以分别获取基于正极性运动编码梯度采集到的图像的相位图即正累积相位，以及，基于负极性运动编码梯度采集到的图像的相位图即负累积相位，那么两组相位图的差值即为相位差 $\Delta\Phi$ 。而且，此时的相位差 $\Delta\Phi$ 与当前时刻的图像的位移 Δx 的数值的2倍相对应。

在一实施例中，上述方案的实现过程可以是：在EPI-SE-ARFI的 180° 回聚脉冲前添加第一个正极性运动编码梯度，在 180° 回聚脉冲后添加第二个正极性运动编码梯度，所述第一个和第二个正极性运动编码梯度在下次图像采集时，

均变为负极性运动编码梯度（即第一负极性运动编码梯度和第二负极性运动编码梯度）。在整个采集过程中，两种编码梯度的图像采集方法交替进行。基于第一个正极性运动编码梯度和第一个负极性运动编码梯度可以确定聚焦超声脉冲的起止时间点；在聚焦超声脉冲工作时分别采集运动编码梯度极性相反的两组相位图；根据上述公式求得当前时刻的组织的位移 Δx ，其中 $\Delta \Phi$ 是施加强度和作用时间相同、极性相反的运动编码梯度的两组相位图的相位差。上述步骤设置的好处在于，基于施加于序列中的正负极性运动编码梯度可以间接监测当前时刻的图像的位移，实现过程较为简单。

为了更好地避免场效应的影响，提高位移监测的准确率，在一实施例中，在得到当前时刻的图像的相位差后，可以将相位差与未开启超声时图像的相位图相减，或者，还可以将相位差与基线相位图相减，并根据相减结果更新相位差。其中，基线相位图的计算过程可以是：将当前时刻的组织的图像分割为感兴趣区域即组织中发生位移的区域，以及，参考区域即组织中未发生位移的区域；对参考区域中的相位图进行多项式模拟拟合，利用求得的多项式系数进行内插，得到基线相位图。

另外，基于单极性运动编码梯度，例如正极性运动编码梯度或者负极性运动编码梯度依然可以实现位移的监测。同样地，基于单极性运动编码梯度采集到的图像的相位图，还可以与未开启超声时图像的相位图相减，或者，与基线相位图相减，以避免场效应的影响。

在一实施例中，根据当前时刻的图像的幅值，以及，初始时刻的图像的幅值和组织的温度监测当前时刻的组织的温度，可以包括：通过如下公式监测当前时刻的组织的温度 T ： $T = \frac{S(T)}{S(T_0)} * (T_0 + p) - p$ ；其中， p 是预设的比例系数， $S(T)$ 是当前时刻的图像的幅值， $S(T_0)$ 是初始时刻的图像的幅值， T_0 是初始时刻的组织的温度。

其中，根据 $S(T) = K * Q(aT + b) = AT + B$ 和 $S(T_0) = K * Q(aT_0 + b) =$

$AT_0 + B$ 的比值，可以得到： $\frac{S(T)}{S(T_0)} = \frac{AT+B}{AT_0+B} = \frac{T+\frac{B}{A}}{T_0+\frac{B}{A}}$ ；当 $p = \frac{B}{A}$ 时，可以转换为

$\frac{S(T)}{S(T_0)} = \frac{AT+B}{AT_0+B} = \frac{T+p}{T_0+p}$ 。那么，当前时刻的组织的温度 T 可以表示为： $T = \frac{S(T)}{S(T_0)} * (T_0 + p) - p$ 。

基于满足回波时间与横向弛豫时间的比值小于预设第一阈值，且重复时间与纵向弛豫时间的比值大于预设第二阈值的条件序列获取的图像由质子密度决定，可以称之为质子密度加权像。在一实施例中，在一定温度范围内，质子密度与温度呈线性关系，而质子密度加权像与质子密度成正比。当 $S(T)$ 是温度为 T 时的质子密度加权像的幅值， $S(T_0)$ 是温度为 T_0 时的质子密度加权像的幅值时，可以基于质子密度加权的 ARFI 序列同步监测组织的位移和温度。而且，考虑到质子密度加权像只需要 1 幅图像即可以监测位移和温度，成像速度较快，保证了监测的实时性。

采用上述组织位移和温度的同步监测方法，基于 T1 或是 T2 加权的 ARFI 序列，或是，基于将 ARFI 序列设置为不同的 TE 而拟合得到的 T2 或质子密度，或是，基于将 ARFI 序列设置为不同的 TR 而拟合得到的 T1，均可以实现组织位移和温度的同步监测。

在一实施例中，通过如下步骤可以确定比例系数 p ：基于预设的控温方法和预设的线圈对组织进行控温，并基于预设的温度监测法监测组织的至少两个温度；分别获取与至少两个温度对应的图像的幅值，通过线性拟合得到比例系数 p 。

其中，当前时刻的图像的幅值 $S(T)$ 、初始时刻的图像的幅值 $S(T_0)$ 以及初始时刻的组织的温度 T_0 是可以直接测量得到的，因此，为了准确监测组织的温度，比例系数 p 的确定至关重要。考虑到组织温度的升高可能是由于 FUS 治疗过程中超声波的应用，但是在超声波的作用下无法直接测量温度，因此，可以基于预设的控温方法控制组织的温度，例如可以通过水浴循环装置控制组织的温度。而实验过程中的预设的温度监测法可以是基于光纤温度计测量组织的温度。

比例系数 p 的确定过程可以是：基于预设的控温方法和预设的线圈对组织进行控温，采集不同温度下的组织的幅值，并通过线性拟合的方式确定比例系数 p 。

可以基于预设的时间间隔采集不同温度下的组织的幅值，还可以基于预设的温度间隔采集不同温度下的组织的幅值。其中，预设的线圈可以是小柔线圈，还可以是颈部线圈。

在一实施例中，确定比例系数 p 的步骤，还可以包括：重复执行基于预设的控温方法和预设的线圈对组织进行控温，直至满足预设的执行结束条件，计算得到的多个比例系数 p 的平均值，并将计算结果更新为比例系数 p 。

其中，为了更加准确的确定比例系数 p ，可以重复执行上述技术方案，每执行一次可以认为是一次试验。例如，在相同的线圈下重复执行采集不同温度下的组织的幅值的操作，每次线性拟合可以得到一个 p 值，对多个 p 值计算平均值，作为比例系数 p 。当然，还可以采用不同的线圈重复执行采集不同温度下的组织的幅值的操作，将线性拟合得到的多个 p 值计算平均值。另外，预设的执行结束条件可以是试验次数，还可以是收敛条件。通常情况下，经过多次试验得到的平均值的比例系数 p 趋于稳定，可以适用于不同个体的组织的温度的监测。

在一实施例中，通过线性拟合得到比例系数 p ，可以包括：将至少两个温度 T_c 以及至少两个温度对应的图像的幅值 $S(T_c)$ 代入如下公式 $S(T_c) = A * T_c + B$ ，经过线性拟合转换为比例系数 p ；其中， A 是第一预设系数， B 是第二预设系数，且 $p = \frac{B}{A}$ 。

其中，温度 T_c 以及与其对应的图像的幅值 $S(T_c)$ 是一一对应的关系，具有对应关系的温度和幅值具有相同的时刻。分别将至少两个温度 T_c 以及至少两个温度对应的图像的幅值 $S(T_c)$ 代入上述公式中，经过线性拟合可以求得第一预设系数 A 和第二预设系数 B 。例如，根据 $p = \frac{B}{A}$ 可以求得比例系数 p 。通过线性拟合的方式求得比例系数 p 更加具有普遍适用性。

下面结合示例“基于质子密度加权的 ARFI 序列对离体猪肉的脂肪组织进行位移和温度的同步监测”对本实施例的方法进行示例性的说明。

示例性的，参见图 3，在对组织进行扫描前，需要设置序列的参数，例如：设置 TE 和 TR，使得 $TE \ll T_2$ 且 $TR \gg T_1$ ，以及运动编码梯度（Motion coding

gradient, MEG) 时间。在对组织进行位移和温度的同步监测之前, 需要对比例系数 p 进行标定。利用水浴循环装置对脂肪组织进行加热, 通过插入脂肪组织中的光纤温度计进行温度监测。待光线温度计的示数稳定后, 采集不同温度下光纤温度计对应层面的图像, 且将光纤温度计周围的图像的幅值的平均值作为 $S(T_c)$, 将光纤温度计的示数作为 T_c , 代入公式 $S(T_c) = A * T_c + B$, $p = \frac{B}{A}$ 中, 线性拟合得到比例系数 p 。为了使得比例系数 p 趋于稳定, 采用小柔线圈进行 4 次试验, 且采用颈部线圈进行 4 次试验, 共 8 组实验, 求得比例系数 p 的平均值。

为了验证标定的比例系数 p 的准确性, 以光纤温度计的第一组数据作为初始时刻的组织的温度 T_0 , 以及, 以与 T_0 相对应的图像的幅值 $S(T_0)$ 作为初始时刻图像的幅值, 将每组试验的多个数据点 $S(T)$ 和比例系数 p 代入公式 $T = \frac{S(T)}{S(T_0)} * (T_0 + p) - p$ 中, 得到当前时刻的组织的温度 T 。光线温度计的示数是脂肪组织的实际温度 T_c , 求解得到的温度是脂肪组织的预测温度 T 。如图 4a 所示, 将横坐标作为实际温度, 纵坐标作为预测温度, 参考线是实际温度与预测温度相等的情况。由此可知, 图 4a 是 8 次试验中每个数据点的实际温度和预测温度的关系图, 例如多个数据点的实际温度和预测温度相等, 或是, 实际温度大于预测温度, 或是, 实际温度小于预测温度。可以看出, 多个数据点均匀分布在参考线周边, 说明线性拟合得到的比例系数 p 较为准确, 基于比例系数 p 监测到的预测温度和实际温度的差异性很小。为了更加清楚地展现每组试验中的数据点, 如图 4b 所示, 仅以小柔线圈的第一次试验、小柔线圈的第二次试验和颈部线圈的第一次试验为例, 进行展示。比例系数 p 仅需标定一次即可, 可以适用于不同组织的温度和位移的监测。

为了验证 FUS 中基于质子密度加权的 ARFI 序列同步监测脂肪组织位移和温度的可行性, 基于如下参数的一维线扫描序列对脂肪组织进行扫描: $B0=3T$, $TR=300ms$, $TE=30ms$, 采集时间 9.6s, 分辨率 $1.5 \times 1.5mm^2$, 脂肪组织层厚 5mm, 翻转角 90° , 运动编码时间 15.22ms, 激发平面与回聚平面夹角为 55° , 18W 固定功率的 FUS。当序列在运动编码期间, FUS 的工作使得脂肪组织产生位移,

根据获取的图像的相位计算脂肪组织的位移。如图 5a 所示, 图像的相位图 20 中包括焦点区域 10, 焦点区域 10 中多个数据点的相位值 S 可能是 3 或是 4, 焦点区域以外的相位值可能是 0。因此, 只有焦点区域的组织才会发生位移。

考虑到 ARFI 正常情况下的热效应并不显著, 为了观察到明显的温度升高现象, 采用连续 FUS 的方式。在一实施例中, 在 18W 固定功率 FUS 下进行 100 次的图像扫描, 其中第 6-25 次的图像扫描是在 FUS 工作时进行, 其余图像扫描是在 FUS 不工作时进行。将室温作为初始时刻的脂肪组织的温度 $T_0=23^{\circ}\text{C}$ 。将获取的图像的幅值 $S(T)$ 代入公式 $T = \frac{S(T)}{S(T_0)} * (T_0 + p) - p$ 中, 得到了超声焦点处脂肪组织的温度变化曲线。如图 5b 所示, 横坐标是图像的扫描次数, 纵坐标是焦点处的预测温度。由此可以看出, 采用所述方法可以直接监测到第 6-25 次扫描期间即 FUS 工作期间, 脂肪组织温度上升的情况。结合图 5a 和图 5b, 可以直接证明所述方法可以同步监测组织的位移和温度。

实施例三

图 6 为本申请实施例三提供的组织位移和温度的同步监测装置的结构框图, 该装置用于执行上述任意实施例所提供的组织位移和温度的同步监测方法。该装置与上述多个实施例的组织位移和温度的同步监测方法属于同一个申请构思, 在组织位移和温度的同步监测装置的实施例中未详尽描述的细节内容, 可以参考上述组织位移和温度的同步监测方法的实施例。参见图 6, 该装置可包括: 组织图像获取模块 310 和组织位移和温度的同步监测模块 320。

其中, 组织图像获取模块 310, 设置为当磁共振声辐射力成像 MR-ARFI 中的序列满足回波时间与横向弛豫时间的比值小于预设第一阈值, 且重复时间与纵向弛豫时间的比值大于预设第二阈值的条件时, 基于 MR-ARFI 技术对组织进行扫描, 获取组织的图像;

组织位移和温度的同步监测模块 320, 设置为根据当前时刻的图像的幅值, 多个时刻的图像的累积相位, 以及, 初始时刻的图像的幅值和组织的温度, 同

步监测当前时刻的组织的位移和温度。

在一实施例中，组织位移和温度的同步监测模块 320，可以包括：

组织位移监测单元，设置为获取多个时刻的图像的累积相位，并根据预设位移转换函数将累积相位转换为当前时刻的组织的位移；

组织温度监测单元，设置为根据当前时刻的图像的幅值，以及，初始时刻的图像的幅值和组织的温度监测当前时刻的组织的温度。

在一实施例中，组织温度监测单元可以通过如下公式监测当前时刻的组织的温度 T ：

$$T = \frac{S(T)}{S(T_0)} * (T_0 + p) - p$$

其中， p 是预设的比例系数， $S(T)$ 是当前时刻的图像的幅值， $S(T_0)$ 是初始时刻的图像的幅值， T_0 是初始时刻的组织的温度。

在一实施例中，上述装置还可以包括比例系数确定模块，所述比例系数确定模块可以通过如下单元确定比例系数 p ：

温度监测单元，设置为基于预设的控温方法和预设的线圈对组织进行控温，并基于预设的温度监测法监测组织的至少两个温度；

比例系数 p 确定单元，设置为分别获取与至少两个温度对应的图像的幅值，通过线性拟合得到比例系数 p 。

在一实施例中，比例系数 p 确定单元，可以将至少两个温度 T_c 以及与至少两个温度对应的图像的幅值 $S(T_c)$ 代入如下公式，经过线性拟合转换为比例系数 p ：

$$S(T_c) = A * T_c + B$$

其中， A 是第一预设系数， B 是第二预设系数，且 $p = \frac{B}{A}$ 。

在一实施例中，比例系数 p 确定模块，还可以包括：

比例系数 p 平均值计算单元，设置为重复执行基于预设的控温方法和预设的线圈对组织进行控温，直至满足预设的执行结束条件，计算得到的多个比例系数 p 的平均值，并将计算结果更新为比例系数 p 。

在一实施例中，组织位移监测单元，可以包括：

组织位移监测子单元，设置为基于预设的正负极性运动编码梯度获取当前时刻的图像的相位差 $\Delta\Phi$ ，并通过如下公式将所述相位差 $\Delta\Phi$ 转换为当前时刻的组织的位移 Δx ：

$$\Delta x = \frac{\Delta\Phi}{2\gamma Gt}$$

其中， t 为运动编码时间， γ 为旋磁比， G 为运动编码梯度。

本申请实施例三提供的组织位移和温度的同步监测装置，通过组织图像获取模块可以获取的组织的图像包括幅值信息和相位信息；而且，基于组织位移和温度的同步监测模块可以同步监测当前时刻的组织的位移和温度。上述装置，实现了任何组织，尤其是脂肪组织的位移和温度的同步监测，保证了 FUS 对焦过程的安全性。

本申请实施例所提供的组织位移和温度的同步监测装置可执行本申请任意实施例所提供的组织位移和温度的同步监测方法，具备执行方法相应的功能模块和有益效果。

值得注意的是，上述组织位移和温度的同步监测装置的实施例中，所包括的多个单元和模块只是按照功能逻辑进行划分的，但并不局限于上述的划分，只要能够实现相应的功能即可。

实施例四

图 7 为本申请实施例四提供的一种设备的结构示意图，如图 7 所示，该设备包括存储器 410、处理器 420、输入装置 430 和输出装置 440。设备中的处理器 420 的数量可以是一个或多个，图 7 中以一个处理器 420 为例；设备中的存储器 410、处理器 420、输入装置 430 和输出装置 440 可以通过总线或其它方式连接，图 7 中以通过总线 450 连接为例。

存储器 410 作为一种计算机可读存储介质，可用于存储软件程序、计算机可执行程序以及模块，如本申请实施例中的组织位移和温度的同步监测方法对应的程序指令/模块（例如，组织位移和温度的同步监测装置中的组织图像获取

模块 310 和组织位移和温度的同步监测模块 320)。处理器 420 通过运行存储在存储器 410 中的软件程序、指令以及模块，从而执行设备的多种功能应用以及数据处理，即实现上述的组织位移和温度的同步监测方法。

存储器 410 可主要包括存储程序区和存储数据区，其中，存储程序区可存储操作系统、至少一个功能所需的应用程序；存储数据区可存储根据设备的使用所创建的数据等。此外，存储器 410 可以包括高速随机存取存储器，还可以包括非易失性存储器，例如至少一个磁盘存储器件、闪存器件、或其他非易失性固态存储器件。在一些实例中，存储器 410 可包括相对于处理器 420 远程设置的存储器，这些远程存储器可以通过网络连接至设备。上述网络的实例包括但不限于互联网、企业内部网、局域网、移动通信网及其组合。

输入装置 430 可用于接收输入的数字或字符信息，以及产生与装置的用户设置以及功能控制有关的键信号输入。输出装置 440 可包括显示屏等显示设备。

实施例五

本申请实施例五提供一种包含计算机可执行指令的存储介质，所述计算机可执行指令在由计算机处理器执行时用于执行一种组织位移和温度的同步监测方法，该方法包括：

当磁共振声辐射力成像 MR-ARFI 中的序列满足回波时间与横向弛豫时间的比值小于预设第一阈值，且重复时间与纵向弛豫时间的比值大于预设第二阈值的条件时，基于 MR-ARFI 技术对组织进行扫描，获取组织的图像；

根据当前时刻的图像的幅值，多个时刻的图像的累积相位，以及，初始时刻的图像的幅值和组织的温度，同步监测当前时刻的组织的位移和温度。

本申请实施例所提供的一种包含计算机可执行指令的存储介质，其计算机可执行指令不限于如上所述的方法操作，还可以执行本申请任意实施例所提供的组织位移和温度的同步监测方法中的相关操作。

通过以上关于实施方式的描述，所属领域的技术人员可以清楚地了解到，本申请可借助软件及必需的通用硬件来实现，也可以通过硬件实现，但很多情

况下前者是更佳的实施方式。本申请的技术方案或部分技术方案可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品可以存储在计算机可读存储介质中，如计算机的软盘、只读存储器(Read-Only Memory, ROM)、随机存取存储器(Random Access Memory, RAM)、闪存(FLASH)、硬盘或光盘等，包括多个指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机，服务器，或者网络设备等)执行本申请多个实施例所述的方法。

权利要求书

1、一种组织位移和温度的同步监测方法，包括：

当磁共振声辐射力成像 MR-ARFI 中的序列满足回波时间与横向弛豫时间的比值小于预设第一阈值，且重复时间与纵向弛豫时间的比值大于预设第二阈值的条件时，基于所述 MR-ARFI 技术对组织进行扫描，获取所述组织的图像；以及

根据当前时刻的图像的幅值，多个时刻的图像的累积相位，以及，初始时刻的图像的幅值和所述组织的温度，同步监测当前时刻的所述组织的位移和温度。

2、根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述根据当前时刻的图像的幅值，多个时刻的图像的累积相位，以及，初始时刻的图像的幅值和所述组织的温度，同步监测当前时刻的所述组织的位移和温度，包括：

获取多个时刻的图像的累积相位，并根据预设的位移转换函数将所述累积相位转换为当前时刻的所述组织的位移；

根据当前时刻的图像的幅值，以及，初始时刻的图像的幅值和所述组织的温度监测当前时刻的所述组织的温度。

3、根据权利要求 2 所述的方法，其中，所述根据当前时刻的图像的幅值，以及，初始时刻的图像的幅值和所述组织的温度监测当前时刻的所述组织的温度，包括：通过如下公式监测当前时刻的所述组织的温度 T ：

$$T = \frac{S(T)}{S(T_0)} * (T_0 + p) - p$$

其中， p 是预设的比例系数， $S(T)$ 是当前时刻的图像的幅值， $S(T_0)$ 是初始时刻的图像的幅值， T_0 是初始时刻的所述组织的温度。

4、根据权利要求 3 所述的方法，其中，通过如下步骤确定所述比例系数 p ：

基于预设的控温方法和预设的线圈对所述组织进行控温，并基于预设的温度监测法监测所述组织的至少两个温度；

分别获取与多个所述温度对应的图像的幅值，通过线性拟合得到比例系数 p 。

5、根据权利要求 4 所述的方法，其中，所述通过线性拟合得到比例系数 p ，

包括：将至少两个温度 T_c 以及与多个所述温度对应的图像的幅值 $S(T_c)$ 代入如下公式，经过线性拟合转换为所述比例系数 p ：

$$S(T_c) = A * T_c + B$$

其中， A 是第一预设系数， B 是第二预设系数，且 $p = \frac{B}{A}$ 。

6、根据权利要求4所述的方法，其中，确定所述比例系数 p 的步骤，还包括：

重复执行基于预设的控温方法和预设的线圈对所述组织进行控温，直至满足预设的执行结束条件，计算得到的多个所述比例系数 p 的平均值，并将计算结果更新为所述比例系数 p 。

7、根据权利要求2所述的方法，其中，所述获取多个时刻的图像的累积相位，并根据预设的位移转换函数将所述累积相位转换为当前时刻的所述组织的位移，包括：

基于预设的正负极性运动编码梯度获取当前时刻的图像的相位差 $\Delta\Phi$ ，并通过如下公式将所述相位差 $\Delta\Phi$ 转换为当前时刻的所述组织的位移 Δx ：

$$\Delta x = \frac{\Delta\Phi}{2\gamma Gt}$$

其中， t 为运动编码时间， γ 为旋磁比， G 为运动编码梯度。

8、一种组织位移和温度的同步监测装置，包括：

组织图像获取模块，设置为当磁共振声辐射力成像 MR-ARFI 中的序列满足回波时间与横向弛豫时间的比值小于预设第一阈值，且重复时间与纵向弛豫时间的比值大于预设第二阈值的条件时，基于所述 MR-ARFI 技术对组织进行扫描，获取所述组织的图像；

组织位移和温度的同步监测模块，设置为根据当前时刻的图像的幅值，多个时刻的图像的累积相位，以及，初始时刻的图像的幅值和所述组织的温度，同步监测当前时刻的所述组织的位移和温度。

9、一种设备，包括：

至少一个处理器；

存储器，设置为存储至少一个程序；

当所述至少一个程序被所述至少一个处理器执行，使得所述至少一个处理器实现如权利要求 1-7 中任一所述的组织位移和温度的同步监测方法。

10、一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，其中，所述计算机程序被处理器执行时实现如权利要求 1-7 中任一所述的组织位移和温度的同步监测方法。

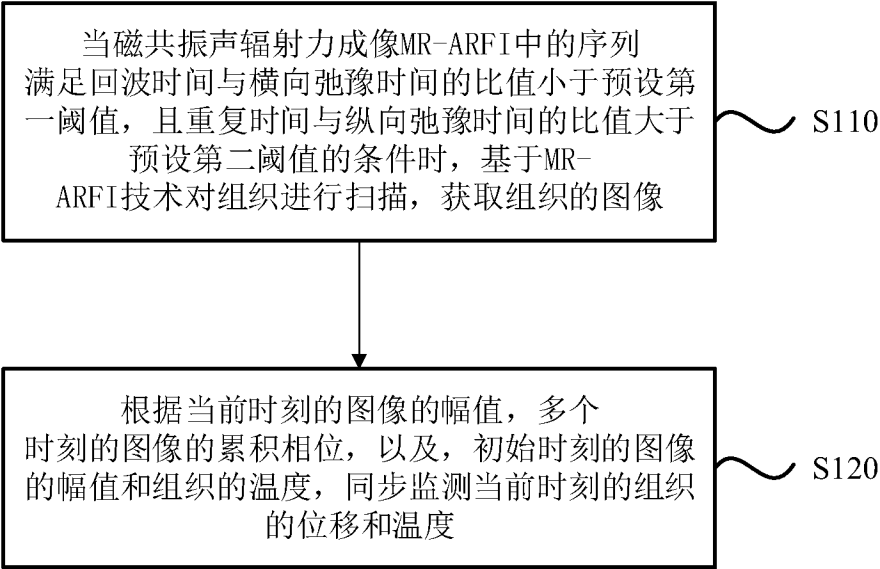


图 1

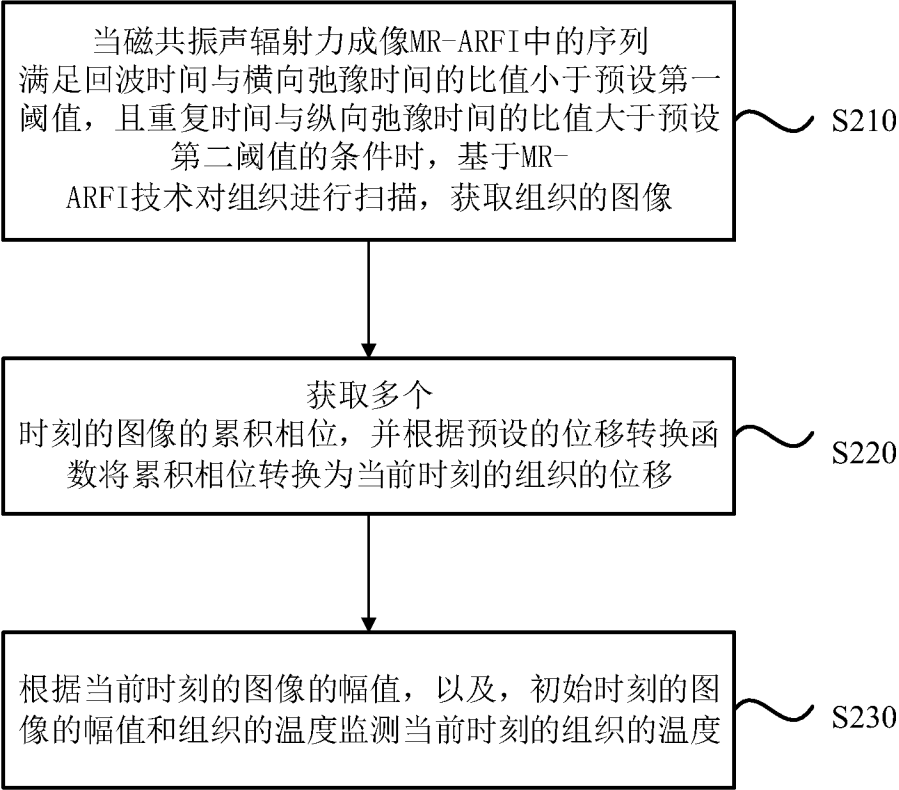


图 2

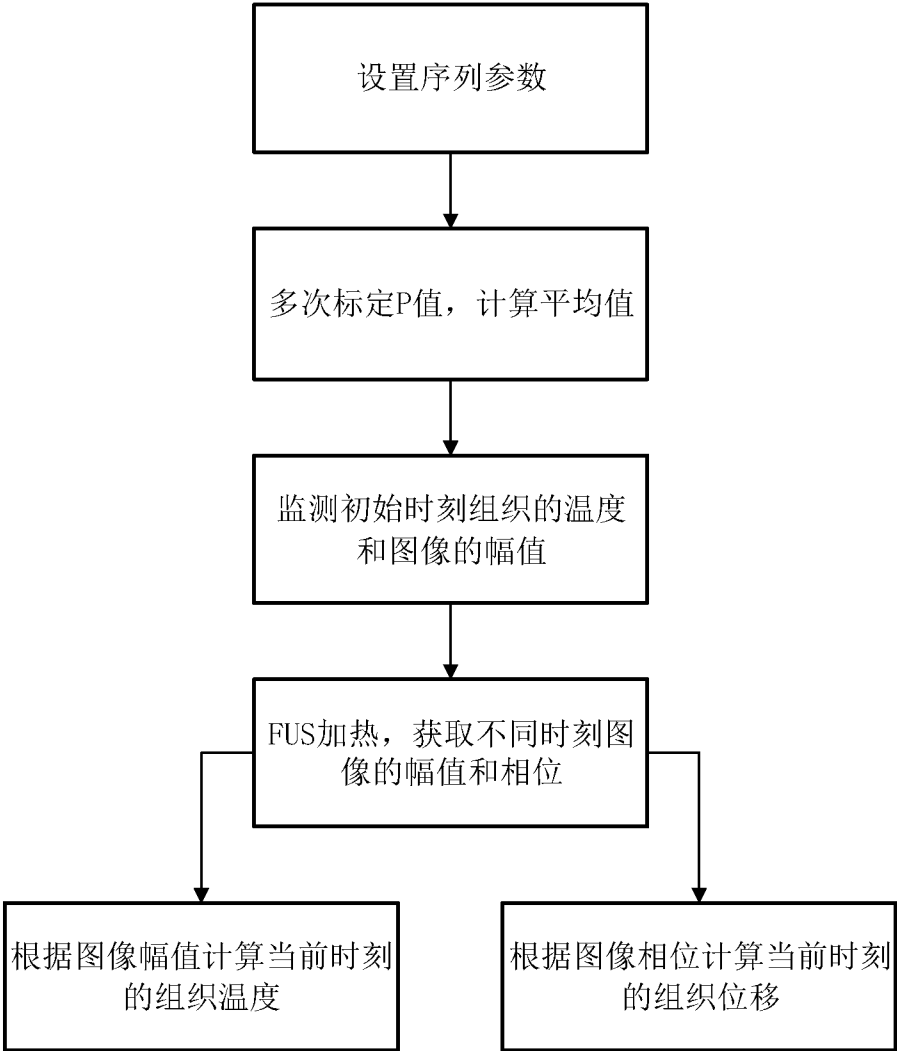


图 3

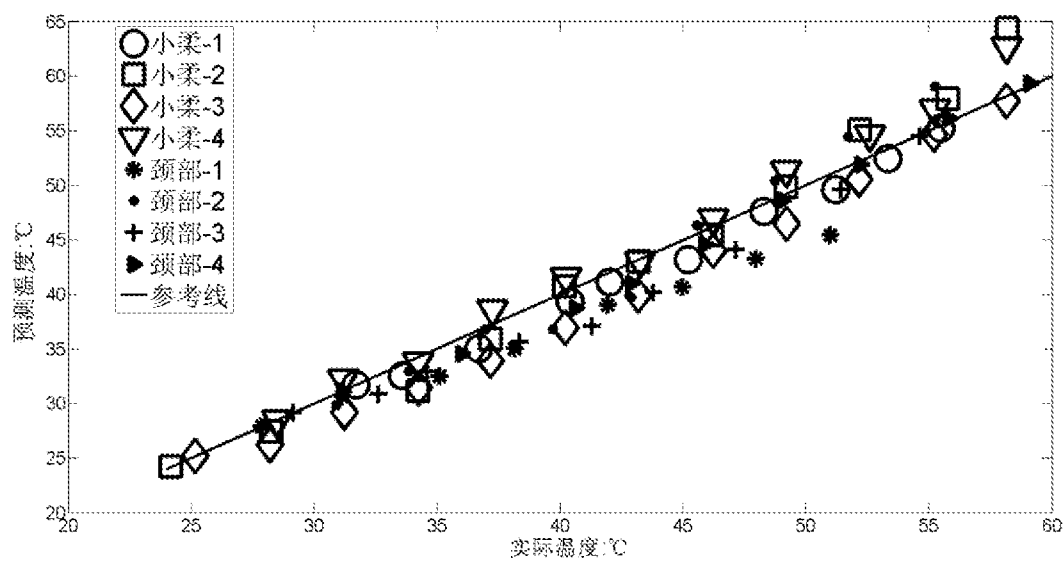


图 4a

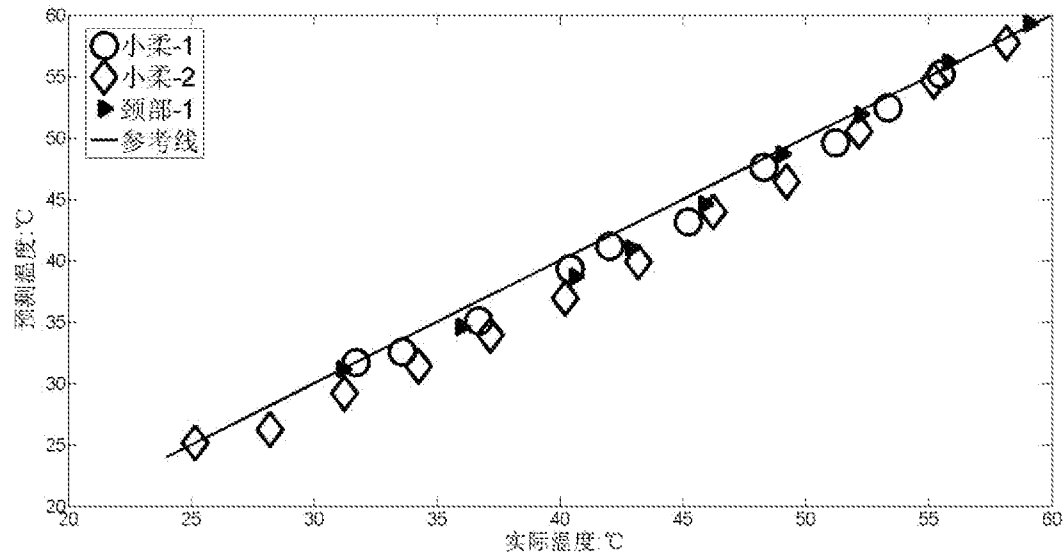


图 4b

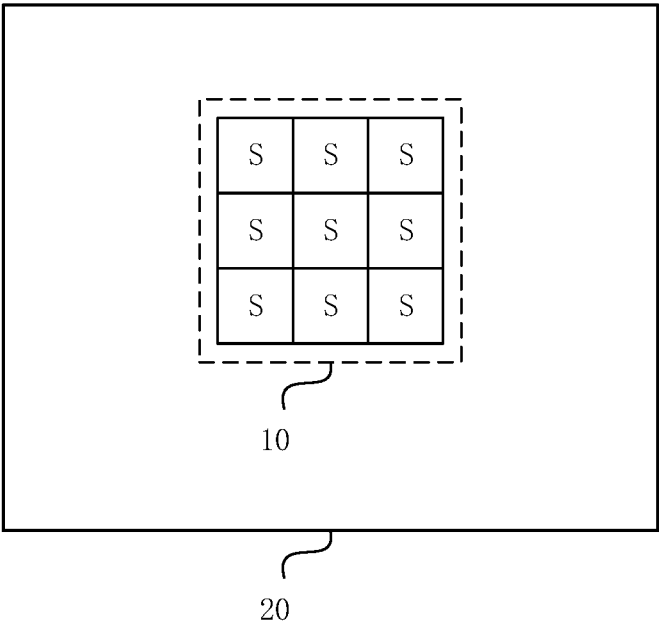


图 5a

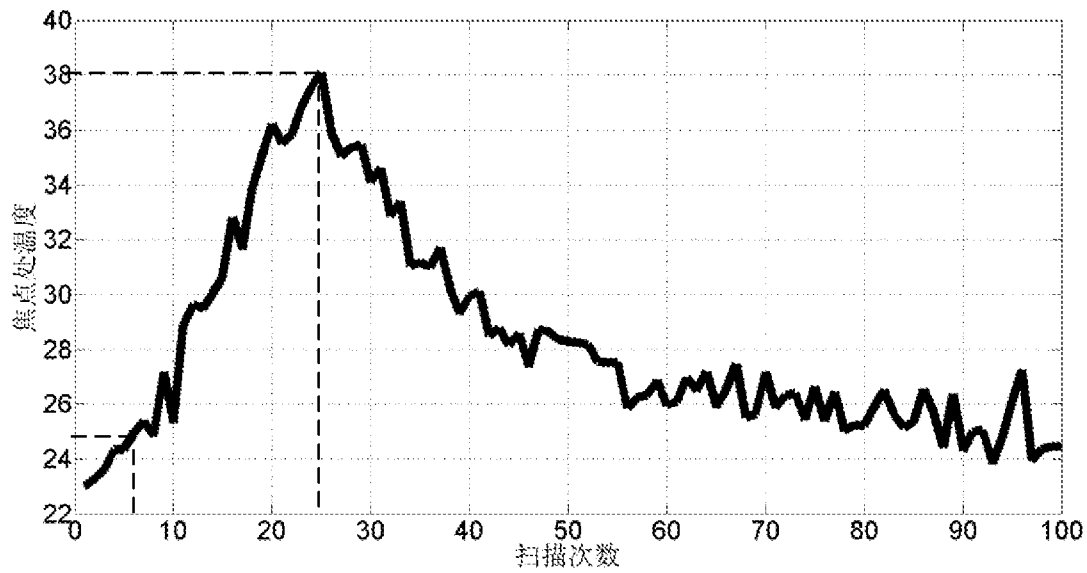


图 5b

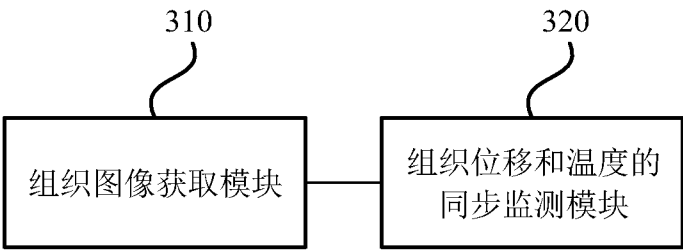


图 6

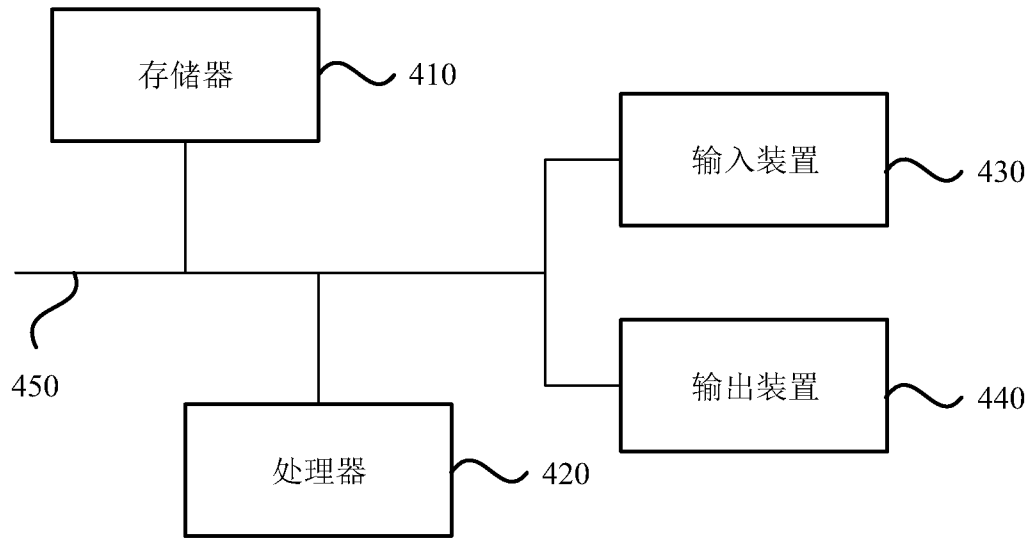


图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/125844

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B 5/055(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A61B5, A61B8, A61N7

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS CNTXT VEN CNKI: 磁共振, 声辐射力, 位移, 温度, 弛豫时间, 回波时间, 幅值, 相位, MR, magnetic, resonance, ARFI, acoustic radiation, FUS, displacement, temperature, time

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 109480844 A (SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY) 19 March 2019 (2019-03-19) claims 1-10	1-10
A	WO 2018065245 A1 (KONINKLIJKE PHILIPS NV) 12 April 2018 (2018-04-12) description, p. 4, line 20 to p. 11, line 16	1-10
A	CN 105796101 A (SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 27 July 2016 (2016-07-27) description, paragraphs 42-69	1-10
A	CN 108152770 A (SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 12 June 2018 (2018-06-12) entire document	1-10
A	CN 107405502 A (KONINKLIJKE PHILIPS N.V.) 28 November 2017 (2017-11-28) entire document	1-10
A	CN 104602761 A (KONINKLIJKE PHILIPS N.V.) 06 May 2015 (2015-05-06) entire document	1-10
A	WO 2017123536 A1 (UNIV UTAH RES FOUND) 20 July 2017 (2017-07-20) entire document	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 September 2019

Date of mailing of the international search report

08 October 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

National Intellectual Property Administration, PRC (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/125844

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2014350439 A1 (GEN ELECTRIC) 27 November 2014 (2014-11-27) entire document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/125844

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	108152770	A	12 June 2018	WO	2019119536	A1	27 June 2019
WO	2018065245	A1	12 April 2018	CN	109923425	A	21 June 2019
				EP	3523668	A1	14 August 2019
CN	105796101	A	27 July 2016	CN	105796101	B	20 November 2018
CN	107405502	A	28 November 2017	BR	112017018611	A2	17 April 2018
				WO	2016139113	A1	09 September 2016
				RU	2017134271	A	04 April 2019
				JP	2018514240	A	07 June 2018
				US	2018024213	A1	25 January 2018
				RU	2017134271	A3	17 July 2019
WO	2017123536	A1	20 July 2017	US	2019029650	A1	31 January 2019
US	2014350439	A1	27 November 2014	US	9119955	B2	01 September 2015
				US	9579042	B2	28 February 2017
				US	2015320335	A1	12 November 2015
CN	104602761	A	06 May 2015	BR	112015000245	A2	27 June 2017
				JP	2015525630	A	07 September 2015
				EP	2869896	B1	17 April 2019
				US	2015190659	A1	09 July 2015
				WO	2014009834	A2	16 January 2014
				RU	2642724	C2	25 January 2018
				EP	2869896	A2	13 May 2015
				CN	104602761	B	12 June 2018
				RU	2015104053	A	27 August 2016

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/125844

A. 主题的分类 A61B 5/055 (2006.01) i 按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类																													
B. 检索领域 检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号) A61B5, A61B8, A61N7 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用)) CNABS CNTXT VEN CNKI: 磁共振 声辐射力 位移 温度 弛豫时间 回波时间 幅值 相位 MR magnetic resonance ARFI acoustic radiation FUS displacement temperature time																													
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 109480844 A (深圳先进技术研究院) 2019年 3月 19日 (2019 - 03 - 19) 权利要求1-10</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2018065245 A1 (KONINKLIJKE PHILIPS NV) 2018年 4月 12日 (2018 - 04 - 12) 说明书第4页第20行至第11页第16行</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 105796101 A (中国科学院深圳先进技术研究院) 2016年 7月 27日 (2016 - 07 - 27) 说明书第42-69段</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 108152770 A (深圳先进技术研究院) 2018年 6月 12日 (2018 - 06 - 12) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 107405502 A (皇家飞利浦有限公司) 2017年 11月 28日 (2017 - 11 - 28) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104602761 A (皇家飞利浦有限公司) 2015年 5月 6日 (2015 - 05 - 06) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2017123536 A1 (UNIV UTAH RES FOUND) 2017年 7月 20日 (2017 - 07 - 20) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2014350439 A1 (GEN ELECTRIC) 2014年 11月 27日 (2014 - 11 - 27) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 109480844 A (深圳先进技术研究院) 2019年 3月 19日 (2019 - 03 - 19) 权利要求1-10	1-10	A	WO 2018065245 A1 (KONINKLIJKE PHILIPS NV) 2018年 4月 12日 (2018 - 04 - 12) 说明书第4页第20行至第11页第16行	1-10	A	CN 105796101 A (中国科学院深圳先进技术研究院) 2016年 7月 27日 (2016 - 07 - 27) 说明书第42-69段	1-10	A	CN 108152770 A (深圳先进技术研究院) 2018年 6月 12日 (2018 - 06 - 12) 全文	1-10	A	CN 107405502 A (皇家飞利浦有限公司) 2017年 11月 28日 (2017 - 11 - 28) 全文	1-10	A	CN 104602761 A (皇家飞利浦有限公司) 2015年 5月 6日 (2015 - 05 - 06) 全文	1-10	A	WO 2017123536 A1 (UNIV UTAH RES FOUND) 2017年 7月 20日 (2017 - 07 - 20) 全文	1-10	A	US 2014350439 A1 (GEN ELECTRIC) 2014年 11月 27日 (2014 - 11 - 27) 全文	1-10
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																											
PX	CN 109480844 A (深圳先进技术研究院) 2019年 3月 19日 (2019 - 03 - 19) 权利要求1-10	1-10																											
A	WO 2018065245 A1 (KONINKLIJKE PHILIPS NV) 2018年 4月 12日 (2018 - 04 - 12) 说明书第4页第20行至第11页第16行	1-10																											
A	CN 105796101 A (中国科学院深圳先进技术研究院) 2016年 7月 27日 (2016 - 07 - 27) 说明书第42-69段	1-10																											
A	CN 108152770 A (深圳先进技术研究院) 2018年 6月 12日 (2018 - 06 - 12) 全文	1-10																											
A	CN 107405502 A (皇家飞利浦有限公司) 2017年 11月 28日 (2017 - 11 - 28) 全文	1-10																											
A	CN 104602761 A (皇家飞利浦有限公司) 2015年 5月 6日 (2015 - 05 - 06) 全文	1-10																											
A	WO 2017123536 A1 (UNIV UTAH RES FOUND) 2017年 7月 20日 (2017 - 07 - 20) 全文	1-10																											
A	US 2014350439 A1 (GEN ELECTRIC) 2014年 11月 27日 (2014 - 11 - 27) 全文	1-10																											
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																													
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																													
国际检索实际完成的日期 2019年 9月 24日		国际检索报告邮寄日期 2019年 10月 8日																											
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		受权官员 谈泉 电话号码 62085611																											

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/125844

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	108152770	A	2018年 6月 12日	WO	2019119536	A1	2019年 6月 27日
WO	2018065245	A1	2018年 4月 12日	CN	109923425	A	2019年 6月 21日
				EP	3523668	A1	2019年 8月 14日
CN	105796101	A	2016年 7月 27日	CN	105796101	B	2018年 11月 20日
CN	107405502	A	2017年 11月 28日	BR	112017018611	A2	2018年 4月 17日
				WO	2016139113	A1	2016年 9月 9日
				RU	2017134271	A	2019年 4月 4日
				JP	2018514240	A	2018年 6月 7日
				US	2018024213	A1	2018年 1月 25日
				RU	2017134271	A3	2019年 7月 17日
WO	2017123536	A1	2017年 7月 20日	US	2019029650	A1	2019年 1月 31日
US	2014350439	A1	2014年 11月 27日	US	9119955	B2	2015年 9月 1日
				US	9579042	B2	2017年 2月 28日
				US	2015320335	A1	2015年 11月 12日
CN	104602761	A	2015年 5月 6日	BR	112015000245	A2	2017年 6月 27日
				JP	2015525630	A	2015年 9月 7日
				EP	2869896	B1	2019年 4月 17日
				US	2015190659	A1	2015年 7月 9日
				WO	2014009834	A2	2014年 1月 16日
				RU	2642724	C2	2018年 1月 25日
				EP	2869896	A2	2015年 5月 13日
				CN	104602761	B	2018年 6月 12日
				RU	2015104053	A	2016年 8月 27日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2015年1月)